

Helsinki 21.5.2003

REC'D 19 JUN 2003

WIPO PCT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Metso Paper Automation Oy
Tampere

Patenttihakemus nro
Patent application no

20020585

Tekemispäivä
Filing date

27.03.2002

Kansainvälinen luokka
International class

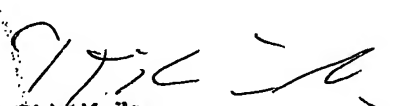
G01N

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä kuvantavasti mitatun informaation ajalliseksi synkronoimiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

BEST AVAILABLE COPY

MENETELMÄ KUVANTAVASTI MITATUN INFORMAATION AJALLISEKSI SYNKRONOIMISEKSI

Tekniikan ala

5

Keksinnön kohteena on oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen menetelmä kuvantavaan optiseen diagnostiikkaan perustuvassa kuiturainan laadun- tai kunnonvalvonnassa, jota valvontaa sovelletaan paperirainan valmistus- tai jälkikäsittelyprosessin yhteydessä.

10

Keksinnön taustaa ja tekniikan tasoa

15

Paperin, kartongin ja myös muiden vastaavien rainamaisten materiaalien valmistus- ja jälkikäsittelyprosesseissa käytettäviä ratanopeuksia pyritään jatkuvasti kasvattamaan tuotantotehokkuuden parantamiseksi. Ratanopeuksien kasvaessa prosessien toimintaa ja tilaa joudutaan kuitenkin vastaavasti myös valvomaan aikaisempaa yksityiskohtaisemmin, jotta välttyttäisiin tuotantotehokkuutta heikentävien ratakatkojen ja kuiturainan erilaisten laatuvirheiden lisääntymiseltä.

20

Optisten diagnostiikkamenetelmien käyttö on eräs varsin tehokkaaksi havaittu tapa nopeasti liikkuvan kuiturainan ja sen radan reaaliaikaiseen valvontaan. Optisten menetelmien etuina ovat mm. mahdollisuus suorittaa mittauksia kohteesta kosketuksettomasti sekä mittausten suorittaminen nopealla aikavasteella. Tekniikan tasosta tunnettaankin useita esimerkkejä optisten menetelmien soveltamisesta rainamaisen materiaalin valmistus- tai jälkikäsittelyprosesseihin.

25

30

Nyt käsillä oleva keksintö liittyy ns. kuvantavaan optiseen diagnostiikkaan, jossa tarkasteltavasta kohteesta tallennetaan paikkaeroteltua visuaalista kuvaa tai muuta paikkaeroteltua optisesti mitattavaa tietoa. Kuvantavissa optisissa järjestelmissä käytetään nykyisin ilmaisimina tyypillisesti sähköisiä matriisi- ja viivakameroita, kuten esimerkiksi CCD-kameroita (Charged Coupled Devices).

35

Patentista US 5821990 tunnetaan periaatteellisella tasolla eräs valvontajärjestelmä, jossa valvottavan prosessin varrelle on eri kohtiin

sijoitettu mittauspositioita. Näissä mittauspositioissa mittalaitteina voidaan käyttää esimerkiksi videokameroita, ja kyseisen valvontajärjestelmä soveltuu käytettäväksi myös paperin valmistusprosessin yhteydessä.

5

Eräs esimerkki kaupallisesti tarjolla olevista erityisesti kuiturainan ja sen radan reaaliaikaiseen valvontaan soveltuvista optisista järjestelmistä ovat ns. WRM-järjestelmät (Web Runnability Monitoring). Näissä järjestelmissä voi olla jopa useita kymmeniä kamerayksiköitä järjestettynä kuvaamaan kuiturainaa ja sen käsittelyyn liittyviä kone-elimiä eri kohdissa prosessia. WRM-järjestelmien pääasiallisena tarkoituksena on ratakatkojen ja niihin liittyvien kuiturainan radan ajettavuusilmiöiden visuaalinen havainnointi ja analysointi. Analysointi suoritetaan tarkastelemalla em. tapahtumien yhteydessä radan varrelta eri kamerapositionissa tallennettuja videosekvenssejä.

15

WRM-järjestelmän peruseriaatetta on esitetty kuvassa 1. Kamerayksiköitä 1-N voi olla tarpeen mukaan sijoitettuna eri kohtiin kuiturainan rataa alkaen paperikoneen märästä päästä aina paperirainan kiinnirullaukseen saakka. Yksittäisinä kamerayksiköinä järjestelmässä käytetään nykyisellään tyypillisesti näkyvällä aallonpituusalueella toimivia CCD-kameroita, joiden tuottama analoginen videosignaali 10 johdetaan kuvankaappausta, tallennusta, digitaalista kuvankäsittelyä ja analyysiä varten kuvankäsittely-yksikköinä 11,12 toimiville tietokoneille. Kuva-analyysin tuloksia voidaan tarkastella valvomoon sijoitetulta käyttöliittymältä 13, ja kamerayksiköiden 1-N tuottamaan visuaalista kuvaa voidaan käsittelemättömässä muodossaan tarkastella tarvittaessa myös reaaliaikaisesti valvomoon sijoitettujen videomonitorien kautta.

20

25

30

35

Tyypillinen häiriötilanteen selvitys edellyttää valmistusprosessin eri vaiheista, eli eri kamerayksiköillä 1-N tallennettujen videonäytteiden tutkimista. Liikkuvan kuiturainan samaa kohtaa vastaavien, mutta eri kamerapositionissa 1-N eri aikoina tallennettujen videosekvenssien avulla voidaan selvittää mistä prosessin osasta häiriön syy on alun perin lähtöisin. Jos esimerkiksi paperikoneen kiinnirullaimella (kamerayksikkö N kuvassa 1) havaitaan rainan reunaviasta tai rainan reiästä aiheutuva katko, on ensimmäiseksi selvítettävä näkykö katkon aihe-

uttava rainan virhe jo jossakin aiemmassa vaiheessa valmistusprosessia, eli esimerkiksi kamerayksiköiden N-1,N-2 tallentamissa kuvissa. Tämän selvittämiseksi valvontajärjestelmän käyttäjän on löydettävän kiinnirullausta edeltävien kamerayksiköiden videotallenteista se vastaava rainan kohta, josta katkon aiheuttanut rainan virhe on ensimmäistä kertaa havaittavissa.

On luonnollisesti selvää, että paperiradan ajettavuushäiriöiden selvittäminen on käytännössä pyrittävä suorittamaan mahdollisimman nopeasti, jotta häiriön aiheuttaja voidaan mahdollisimman nopeasti poistaa ja siten estää tuotannon alenema tai tuotteen laadun heikkeneminen.

Uusimmissa WRM-valvontajärjestelmissä videosignaalien tallennus ja käsittely tehdään digitaalisessa muodossa. Tämä mahdollistaa eri kamerayksiköillä tallennetun kuvamateriaalin synkronoimisen siten, että järjestelmä huomioi eri kamerapositioden välisen rainan kulku-aikaviiveen. Rainan pituussuuntaisesta eli konesuuntaisesta (engl. machine direction) liikkeestä johtuen rainan sama kohta tallennetaan eri aikaan esimerkiksi viiraosalle, puristimelle, kuivatusosalle ja rullaimelle sijoitetuilla kamerayksiköillä. Kulku-aikaviiveen huomioiva kuvamateriaalin synkronointi mahdollistaa rainan samaa kohtaa vastaavan kuvamateriaalin esittämisen yhtä aikaa eri kamerapositioita vastaavissa näytöissä. Tämä eri kamerapositioissa tallennettavien kuvien keskinäinen synkronointi on eräs valvontajärjestelmän tärkeimpiä piirteitä, koska se helpottaa oleellisesti käyttäjän työtä ja nopeuttaa siten käytännössä ajettavuushäiriöiden syiden selvittämistä.

Suomalainen julkinen patenttihakemus 990428 käsittelee em. synkronointiin liittyvää problematiikkaa ja esittää erään synkronointia parantavan ratkaisun. Hakemuksessa esitetyssä menetelmässä käyttäjälle esitetään kussakin kamerapositiossa rainan pituussuunnassa rajattu peräkkäisten kuvien alue, jolle synkronointikohta likimääräisen laskennan perusteella sijoittuu. Tällä tavalla helpotetaan käyttäjän työtä rajaamalla sitä tutkittavien kuvien määrää, joka käyttäjän täytyy läpikäydä etsiessään esimerkiksi tiettyä rainan reunavikaa esittäviä kuvia eri kamerapositioissa tallennetusta kuvamateriaalista. Patenttihakemuksen 990428 mukainen menetelmä mahdollistaa kuitenkin aino-

astan kuvamateriaalin likimääräisen synkronoinnin, jolloin käyttäjä joutuu itse manuaalisesti tarkentamaan synkronointia yksittäisiä kuvia tarkastelemalla ja vertailemalla.

- 5 Periaatteessa eri kameraposition välinen synkronointi on yksinkertaista, mikäli rainan tarkka etenemisnopeus sekä rainan kulkematka eri kameraposition välillä tunnetaan tarkasti. Tyypillisesti nykyisissä järjestelmissä täsmälleen saman ratakohdan näyttäminen synkronoidusti eri kamerapositionilta edellyttäisi että kulkuajaväli kahden kameraposition välillä tunnettaisiin vähintään 20 ms tarkkuudella. Kuvaustaajuuden ollessa 50 tai 60 kuvaa/s, mainittu aika vastaa olennaisesti kahden peräkkäisen kuvan välistä aikaeroa. Tulevaisuudessa on odotettavissa kuvaustaajuuksien nouseminen (100/120 kuvaa/s), mikä edelleen kiristää em. tarkkuusvaatimusta.

15

Nykyisellään synkronointi perustuu siihen, että kameravalvontajärjestelmään syötetään käyttöön- tai konfigurointivaiheessa kameraposition välietäisyydet (rainan eri kameraposition välillä kulkematka) ja rainan ratanopeus tuodaan mittaustietona paperikonetta ohjaavalta automaatiojärjestelmältä. Synkronoinnin tarkentamiseksi valvontajärjestelmään tuodaan erikseen ratanopeus paperikoneen jokaiselta erilliseltä ns. käyttöryhmältä, jolloin myös eri käyttöryhmien väliset vetoerot tulevat huomioiduksi. Tälläkään menettelyllä ei kuitenkaan pystytä riittävään tarkkaan synkronointiin, koska rainan ratanopeutta ei yleensä pystytä mittaamaan riittävän tarkasti ja/tai radan tarkkaa pituutta eri kameraposition välillä ei tarkasti tunneta.

20

25

30

Ratanopeuden mittaustekniikan tason mukaisesti perustuu rainan kanssa vuorovaikutuksessa olevien telojen pyörimisnopeuden mittaamiseen telojen keskiöistä. Telojen kehänopeus, joka vastaa rainan nopeutta lasketaan edelleen telojen halkaisijatiedon avulla. Telahalkaisijat muuttuvat kuitenkin esimerkiksi lämpölaajenemisen seurauksena ja telojen hionnan yhteydessä, jolloin telahalkaisijaa käyttäen määritetty nopeustieto myös vastaavasti muuttuu.

35

Käytännössä kamerayksiköiden välistä synkronointia joudutaankin kamerajärjestelmän konfiguroinnin ja käyttöönnoton yhteydessä virittä-

mään tarkemmaksi korjaamalla etäisyys- ja ratanopeustietoon perustuvan laskennan tulosta sopivilla korjauskertoimilla. Synkronoinnin viritys voidaan suorittaa esimerkiksi siten, että paperikoneen viiraosalla kuituraina merkitään väriaineläiskällä, joka on havaittavissa eri kamerapositioneissa tallennettavassa kuvamateriaalissa. Viritys tapahtuu nyt korjaamalla käyttäjän toimesta eri kamerapositioneiden välisiä etäisyystietoja sopivilla korjauskertoimilla kunnes kuvat synkronoituvat tarkasti keskenään. Tämä menettely ei kuitenkaan johda tyydyttävään lopputulokseen pysyvästi, koska sen avulla korjataan ainoastaan kamerayksiköiden välisessä etäisyydessä (rainan kulkemassa matkassa) esiintyvä epätarkkuus. Viritetty synkronointi toimii siten oikein ainoastaan viritysolosuhteita tarkasti vastaavissa käyttötilanteissa. Mikäli kuitenkin esimerkiksi telahalkaisijoissa, käyttöryhmien välisissä vetoeroissa, paperikoneen nopeudessa tai muissa kulkuaikaviiveeseen vaikuttavissa vastaavissa tekijöissä tapahtuu muutoksia, synkronoinnin tarkkuus heikkenee.

Keksinnön peruseriaate ja tärkeimpiä etuja

Nyt esitettävän keksinnön pääasiallisena tarkoituksena on aikaansaada uusi menetelmä prosessin eri vaiheissa eri mittauspositioissa kuvantavasti mitatun informaation synkronoimiseksi ajallisesti keskenään kuiturainan ja/tai sen käsittelyyn liittyvien liikkuvien elinten optiseen diagnostiikkaan perustuvassa laadun- tai kunnonvalvonnassa.

Tämän tarkoituksen toteuttamiseksi keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, mikä on esitetty itsenäisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Muissa epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa on esitetty eräitä keksinnön edullisia suoritusmuotoja.

Keksinnön olennaisena perusajatuksena on se, että kuiturainasta ja/tai sen käsittelyyn liittyvästä liikkuvasta elimestä (esimerkiksi viirat, huovat, telat, rullat tai vastaavat) eri mittauspositioissa kuvantavasti mitatusta informaatiosta etsitään digitaalisen hahmontunnistuksen avulla yksittäisiä, kuiturainan tiettyihin paikallisiin alueisiin liittyviä

tunnistettavia piirteitä. Tällainen tunnistettava paikallinen ominaispiirre voi olla esimerkiksi kuiturainassa esiintyvä reunavika tai reikä, tai kuiturainan katkotapahtuman yhteydessä paperikoneen läpi kulkeva kuiturainan "häntä". Keksinnön mukaisesti sama yksittäinen kuiturainan piirre tunnistetaan eri mittauspositioiden tallentamasta informaatiosta, jolloin saadaan selville eri mittauspositioiden välinen tarkka kulku-aika-
 5 viive, jonka avulla mittauspositioiden välinen synkronointi voidaan nyt tarkasti suorittaa.

10 Keksinnön mukainen menetelmä mahdollistaa siis valvontajärjestelmän käytön aikana tapahtuvan automaattisen synkronoinnin virittämisen vastaamaan muuttuvia prosessiolosuhteita, kuten esimerkiksi kuiturainan nopeuden muutoksia paperikoneen eri osien välillä.

15 Keksintö soveltuu käytettäväksi erityisesti WRM-järjestelmän kaltaisissa visuaalista kuvamateriaalia tallentavissa valvontajärjestelmissä, mutta keksintö soveltuu käytettäväksi myös muiden kuvantavien mittausjärjestelmien yhteydessä, joissa järjestelmissä kuiturainasta ja/tai sen käsittelyyn liittyvästä liikkuvasta elimestä tallennetaan optisesti ja
 20 paikkaerotellusti informaatiosta prosessin eri kohtiin sijoitetuilla kuvantavilla mittalaitteilla.

Keksintö nopeuttaa ja helpottaa merkittävästi prosessihäiriöiden aiheuttajan tunnistamista, koska valvontajärjestelmä voi nyt automaattisesti synkronoida keskenään eri mittauspositioissa mitatun informaation. Tällöin käyttäjän ei tarvitse manuaalisesti läpikäydä mitattua informaatiota etsiessään esimerkiksi tiettyä rainan reunavikaa esittäviä kuvia eri kamerapositioissa tallennetusta kuvamateriaalista. Keksintö mahdollistaa edelleen myös aikaisempaa merkittävästi tehokkaamman mittaus-
 25 tulosten tietokoneella tapahtuvan automaattisen analysoinnin sekä aikaisempaa luotettavamman häiriötilanteisiin liittyvän tilastollisen aineiston keräämisen. Keksinnön avulla tulevaisuudessa käyttöön tulevasta suuremmista kuvaustaajuuksista saadaan kaikki hyöty irti, ja vältetään mm. tallentamasta järjestelmän muistiin tarpeettomasti
 30 kuvamateriaalia, koska tallennus voidaan keksinnön avulla suorittaa tarkemmin määritellyiltä alueilta.

Seuraava esimerkkien avulla suoritettava keksinnön yksityiskohtaisempi selitys havainnollistaa alan ammattimiehelle edelleen selvemmin keksinnön edullisia suoritusmuotoja sekä keksinnöllä tunnettuun tekniikan tasoon nähden saavutettavia etuja.

5

Piirustusten lyhyt kuvaus

Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viittaamalla oheisiin piirustuksiin, joissa

10

kuva 1 esittää periaatteellisesti tekniikan tason mukaisen WRM-järjestelmän peruseriaatetta,

15

kuva 2 esittää periaatteellisesti tekniikan tason mukaista eri kamerayksiköiden välistä synkronointia, ja

20

kuva 3 havainnollistaa periaatteellisesti keksinnön mukaista hahmontunnistukseen perustuvaa automaattista synkronointimenetelmää.

Keksinnön yksityiskohtainen selitys

Kuvaa 1 on selostettu jo tekniikan tason käsittelyn yhteydessä.

25

Kuvassa 2 on vielä periaatteellisesti esitetty tekniikan tason mukaista, ja esimerkiksi suomalaisessa patenttihakemuksessa 990428 selostettua kuvamateriaalin likimääräistä synkronointimenetelmää.

30

Kuvassa 2 esitetyt toiminnot suoritetaan tyypillisesti kuvassa 1 kuvan käsittely-yksikköinä 11,12 toimivissa tietokoneissa tai vastaavissa laitteissa. Synkronointia varten synkronointijärjestelmälle 20 syötetään tieto kuiturainan ratanopeudesta 21 sekä tieto valvontajärjestelmässä käytettävien kamerayksiköiden välisistä etäisyyksistä 22.

35

Käyttäjän tai valvontajärjestelmän valitessa kameran N kuvamateriaalista tietyn kiinnostavan kuvan X, jossa kuvassa X näkyy esimerkiksi repeämä kuiturainassa, voi synkronointijärjestelmä 20 kuvaan X liitty-

vän tapahtuma-aikatiedon 23 avulla määrittää yksinkertaisin laskutoimituksin nopeus- ja etäisyystietoja 21,22 hyväkseen käyttäen rainan samaa kohtaa vastaavat kuvajaksot W muiden rainan kulkusuunnassa edeltävien kameroiden N-1,N-2,N-3 tallentamasta kuvainformaatioista.

- 5 Valitsemalla tekniikan tason mukaisesti kuvajakson W ajallinen pituus riittävän suureksi, voidaan nyt olla varmoja että kameran N kuvaa X vastaava rainan osuus on nyt mainitun kuvajakson W sisällä löydetävissä eri kameroiden N-1,N-2,N-3 tallentamasta kuvamateriaalista. Aiemmin mainituista kulkuaikaviiveen määrittämiseen liittyvistä epätarkkuuksista johtuen edellä kuvatun likimääräisen synkronoinnin tarkkuus ei kuitenkaan ole riittävä, jotta eri kameroilta voitaisiin suoraan osoittaa rainan samaa kohtaa vastaavat yksittäiset kuvat, eli ts. kuvajakson W pituus voitaisiin asettaa vastaamaan olennaisesti yhtä kuvaa.

- 15 Kuvassa 3 on periaatteellisesti havainnollistettu keksinnön mukaista hahmontunnistukseen perustuvaa automaattista synkronointimenetelmää.

- 20 Kuvassa 3 ylinnä on esitetty kameran N tallentamien peräkkäisten kuvien joukossa kuva X, jossa kuvassa X havaitaan kuiturainassa tunnistettava piirre 30. Tässä esimerkkitapauksessa piirre 30 voi olla esimerkiksi rainan reunan virhe, esimerkiksi rainan alkava repeämä. Tekniikan tason mukaisesti kameroiden N1,N-2,N-3 kuvamateriaalista on likimääräisen synkronoinnin avulla määritetty kuvajakso W, joka esimerkkitapauksessa käsittää kullakin kameralla viiden kuvan pituisen jakson.

- 30 Nyt käsillä olevan keksinnön mukaisesti kameroiden N,N-1,N-2,N-3 kuvia kuvajakson W alueella digitaalisen kuvankäsittelyn ja hahmontunnistuksen keinoin analysoimalla etsitään samaa piirrettä 30 eri kameroiden kuvamateriaalista, jolloin voidaan selvittää eri mittauspositioiden väliset tarkat kulkuaikaviiveet, jolloin mittauspositioiden välistä synkronointia voidaan tarkentaa. Kuvassa 3 keksinnön mukaisella menetelmällä suoritettavaa likimääräisen synkronoinnin virittämistä on havainnollistettu aikaerojen T_{N-1} , T_{N-2} ja T_{N-3} avulla. Keksinnön mukaisesti em. aikaerot määritetään siis digitaalisen kuvankäsittelyn ja

hahmontunnistuksen avulla eri kameroiden 1-N kuvamateriaalista ilman käyttäjältä vaadittavia erillisiä toimenpiteitä.

5 Syöttämällä mainitut aikaerot T_{N-1} , T_{N-2} ja T_{N-3} edelleen synkronointijärjestelmään 20, voidaan nopeus- ja etäisyystietoihin 21,22 perustuvaa likimääräistä synkronointia tarkentaa nyt siten, että kuvajakson pituus W voidaan optimaalisesti asettaa vastaamaan yhtä kuvaa.

10 Keksinnön mukaisesti kuiturainan samaa kohtaa vastaavan piirteen 30 etsintä eri kamerayksiköiden kuvamateriaalista tapahtuu digitaalista kuvankäsittelyä ja hahmontunnistusta käyttäen. Digitaalisesta kuvankäsittelystä sinänsä tunnettuja menetelmiä hyväksi käyttäen kiinnostavalle kuiturainan piirteelle 30 voidaan määrittää kuvasta X piirrettä kuvaavia hahmontunnistusparametrejä, jotka kuvaavat esimerkiksi piirteen kokoa ja muotoa. Näitä parametrejä hyväksi käyttäen piirrettä etsitään muiden kamerayksiköiden tuottamasta kuvamateriaalista. Eri kamerayksiköiden kuvamateriaalia voidaan lisäksi käsitellä sinänsä tunnetuilla kuvankäsittelymenetelmillä esimerkiksi poistamalla kuvista olennaisesti muuttumattomana pysyvää ns. taustaa, jolloin mainitusta taustasta poikkeavat epänormaalit piirteet korostuvat. Kuvia voidaan piirteiden tunnistusta varten edelleen muokata mm. kuvien kontrastin ja harmaasävy- tai väriskaalauksen suhteen. Kuvankäsittelyssä voidaan käyttää tunnettuja suodatus-, terävöitys-, koon skaalaus tms. kuvankäsittelymenetelmiä. Keksintöä ei ole millään tavoin rajoitettu piirteiden tunnistamisessa käytettävien kuvankäsittely- ja hahmontunnistusmenetelmien suhteen.

30 Koska esimerkiksi kuiturainassa esiintyvä reikä tai muu virhe saattaa muuttaa kokoaan ja muotoaan edetessään paperikoneen eri vaiheiden lävitse, tulee hahmontunnistuksessa käytettävät menetelmät ja parametrit valita sopivasti siten, että tunnistukselle ei aseteta liian tiukkoja kriteerejä. Virhetunnistusten välttämiseksi voidaan apuna käyttää tekniikan tason mukaisesti suoritettavaa likimääräistä synkronointia, joka määrittelee eri kuvauspositioissa sen likimääräisen kuvajakson W pituuden, jolta alueelta samaa kuiturainan piirrettä 30 eri kamerayksiköiden tuottamassa kuvamateriaalissa yritetään tunnistaa. On selvää, että mainittu kuvajakson W pituus voidaan valita likimääräisen synkro-

noinnin tarkkuudesta riippuen aina kulloinkin sopivaksi ja edelleen eri kamerayksiköiden kohdalla tarvittaessa eri suuruisiksi.

Keksinnön mukainen menetelmä on luonteeltaan adaptiivinen, eli synkronointi mukautuu automaattisesti prosessissa tapahtuviin muutoksiin, jotka muuttavat eri kamerayksiköiden välistä kulkuaikavii-vettä. Tilanteessa, jossa mainitut kulkuaikaviiveet pysyvät pidemmän aikaa olennaisesti vakiona voidaan keksinnön mukaista menetelmää jatkuvasti käyttäen tarkentaa synkronoinnin absoluuttista tarkkuutta koko ajan paremmaksi.

Keksinnön mukaista synkronoinnin viritystä voidaan suorittaa joko kaikille tai vain osalle mittausjärjestelmässä käytettävistä kamera- tai mittausyksiköistä. Menetelmää voidaan soveltaa automaattisesti ja olennaisesti jatkuva-aikaisesti ilman käyttäjältä vaadittavia toimenpi- teitä. On myös mahdollista, että keksinnön mukainen synkronoinnin tarkennus suoritetaan ainoastaan käyttäjän pyynnöstä perustuen rata- katkon tai muun vastaavan ilmiön yhteydessä tallennettuun kuvainfor- maatioon. Automaattista synkronointia voidaan edelleen myös avustaa aiheuttamalla kuiturainaan tahallisesti selvästi erottuva paikallinen piirre. Kuiturainaan voidaan paperikoneen alkupäässä merkata esimer- kiksi väriaineläiskällä. Tähän liittyvä kuvamateriaali tallennetaan ja käynnistetään mainittuun tallennettuun kuvamateriaalin kohdistuva keksinnön mukainen automaattinen häiriöilmiön tunnistus ja siihen perustuva synkronoinnin viritys.

Kuvamateriaalista etsittävät yksittäiset, kuiturainan tiettyihin kohtiin liittyvät tunnistettavat piirteet voivat olla esimerkiksi kuiturainassa esiintyviä paikallisia virheitä kuten reunavikoja tai reikiä. Tarkoitukseen soveltuvat myös esimerkiksi pinnoitteen paikalliset virheet, jotka voidaan optisesti havaita kuvantavia mittauksia käyttäen. Kuiturainan katkotapahtuman yhteydessä paperikoneen läpi kulkevaa kuiturainan "häntää" voidaan myös käyttää synkronoinnin tarkentamiseen.

Erityisesti tilanteissa, joissa kuvista etsittävä virhe on pieni suhteessa kuvan koko havaintoalaan, voidaan tarvittaessa analyyseissä käyttää hyväksi ns. ROI-periaatetta (ROI = Region of Interest). Tällöin kamera-

yksiköiden koko kuva-alan tarkastelun sijaan tarkastelu kohdistetaan vain osalle kuva- tai havaintoalaa, esimerkiksi tietylle paperirainan poikittaissuuntaiselle leveydelle. Tätä on havainnollistettu kuvaan 3 merkityillä rainan poikittaissuunnassa rajoitetuilla havaintoalueilla ROI.

- 5 ROI-periaatetta käytettäessä kuvien analysointi nopeutuu ja samalla myös varmentuu. Digitaalisessa kuvankäsittelyssä kuvankäsittelyn nopeuteen vaikuttaa ratkaisevasti se, kuinka suuria kuvakokoja joudutaan käsittelemään. ROI-periaatetta hyödynnettäessä analysoidtavat kuvakoot pienenevät pikselimäärältään ratkaisevasti, jolloin on mahdollista käyttää myös enemmän laskentaa vaativia ja monimutkaisempia hahmontunnistusalgoritmeja.

Keksintö ei ole rajoittunut ainoastaan kuiturainasta itsestään kuvantavasti rekisteröidyn informaation analysointiin, vaan menetelmän avulla kuiturainan tiettyä aluetta vastaavaa ominaispiirrettä (esimerkiksi merk-

15 kautumiseen perustuvaa) voidaan etsiä myös esimerkiksi viiroista, huovista, teloista tai rullista kuvantavasti rekisteröidystä informaatiosta. Kun em. kuiturainan käsittelyyn liittyvien liikkuvien elimien kehänopeus suhteessa kuiturainan etenemisnopeuteen on tunnettu, voidaan myös

20 niistä rekisteröityä tietoa käyttää avuksi eri mittauspositioiden välisten kuiturainan kulkuaikaviiveiden määrittämisessä.

Keksinnön mahdollistaman tarkan kuiturainan pituussuuntaisen synkronoinnin avulla voidaan käytännössä suuremmalla varmuudella tunnistaa ratakatkon tai kuiturainan laatuvirheen alkuperäinen aiheuttaja. Kun virhe on havaittu esimerkiksi paperikoneen loppupäässä tietyllä kamerayksiköllä, voidaan virhettä seurata paperikoneella kuiturainan kulkusuunnassa taaksepäin edeltäville kamerayksiköille, joiden

25 tallentamassa kuvamateriaalissa virheen etsintä voidaan rajoittaa keksinnön avulla mahdollisimman pieneen määrään yksittäisiä kuvia. Tämä mahdollistaa aikaisempaa vähäisempienkin, ja siten vaikeammin havaittavien virheiden löytämisen jo prosessin alkupäässä, jossa ne eivät ole ehtineet vielä kehittyä kunnolla havaittaviksi.

Kun ratakatkon tai kuiturainan laatuvirheen aiheuttaja on tunnistettu,

35 voidaan kyseisen vian aiheuttaja tilastoida. Tilastoa voidaan käyttää arvioitaessa paperikoneen eri kone-elinten kuten esimerkiksi kuivatushuopien kuntoa. Mikäli sama kone-elin osoittautuu toistuvasti virheen

alkusyyksi, tiedetään mainitun kone-elimen vaativan joko huoltoa tai vaihdon.

5 Keksinnön avulla tarkentuneen synkronoinnin ansiosta myöhempää
jatkotarkastelua varten tarvittavien kuvien määrää voidaan vähentää
(kuvajakson W pituutta pienentää). Pienemmästä digitaalisessa
muodossa tallennettavasta tietomäärästä johtuen kuvien tallennus
voidaan suorittaa joko kokonaan ilman kuvien kompressoimalla tapah-
tuva pakkausta, tai käyttämällä pienempää kompressoastetta. Tällöin
10 tallennettava kuvamateriaali säilyy korkealaatuisena, mikä mahdollistaa
tarkempien analyysimenetelmien käytön.

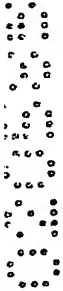
15 Keksinnön mukaista menetelmää käyttäen pystytään paremmin havait-
semaan ja analysoimaan sellaisia nopeita ilmiötä, joita tekniikan tason
mukaisilla ja lähinnä käyttäjän toimesta kuvamateriaalia tai muuta
vastaavaa paikkaeroteltua mittaustietoa subjektiivisesti analysoimalla
ei nykyisin pystytä vielä kunnolla havaitsemaan. Keksinnön mahdolli-
sama mittaustulosten tehokkaampi tilastollinen hyödyntäminen auttaa
suunnittelemaan tuotantolaitteistojen huolto- ja kunnossapitotoimenpi-
20 teitä aikaisempaa paremmin. Näin vältetään ennakoimattomilta ja yli-
määräisiltä seisokeilta.

Keksinnön eri edellä esitettyjen suoritusmuotojen yhteydessä esitettyjä
toimintatapoja ja laitteiston rakenteita eri tavoin yhdistelemällä voidaan
25 aikaansaada erilaisia keksinnön suoritusmuotoja, jotka ovat keksinnön
hengen mukaisia. Tämän vuoksi edellä esitettyjä esimerkkejä ei tule
tulkita keksintöä rajoittavasti, vaan keksinnön suoritusmuodot voivat
vapaasti vaihdella jäljempänä patenttivaatimuksissa esitettyjen keksin-
nöllisten piirteiden puitteissa.

30 Vaikka edellä keksintöä on selostettu pääasiassa visuaalista kuvaa
näkyvällä aallonpituusalueella tallentavien kamerajärjestelmien yhtey-
dessä, soveltuu keksintö käytettäväksi myös muunlaisten optisten
mittausjärjestelmien yhteydessä, joissa mittausjärjestelmissä kohteesta
35 kerätään kuvantavasti paikkaeroteltua tietoa kuiturainan pituussuun-
nassa. Siten keksintö soveltuu käytettäväksi esimerkiksi infrapuna-alu-
eella toimivien lämpökameroiden yhteydessä, tai myös muiden ei-

näkyvillä aallonpituusalueilla toimivien kamerailmaisinten yhteydessä. Keksintö soveltuu edelleen käytettäväksi myös muiden kuvantavien ja esimerkiksi spektrierotteluun perustuvien mittalaitteiden yhteydessä.

- 5 Keksinnön avulla saavutettavien etujen merkitys kasvaa edelleen tulevaisuudessa, kun käyttöön tullaan ottamaan aikaisempaa edelleen korkeampia kuvaus- ja mittaustaajuuksia.



Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä kuiturainan valmistus- ja/tai jälkikäsittelyprosessia tark-
kailevien kuvantavien optisten mittalaitteiden (1-N) tuottaman infor-
maation synkronoimiseksi kuiturainan konesuuntaisen liikkeen suh-
teen, jossa menetelmässä

— havainnoidaan liikkuvaa kuiturainaa ja/tai kuiturainan käsitte-
lyyn liittyvää liikkuvaa elintä konesuunnassa peräkkäisiin
mittauspositioihin sijoitetuilla kuvantavilla mittalaitteilla (1-N),
ja

— etsitään eri mittauspositioissa kuvantavasti rekisteröidystä in-
formaatiosta kuiturainan samaan paikalliseen alueeseen liit-
tyviä kuvia tai vastaavia näiden analysointia ja/tai tallennusta
varten,

tunnettu siitä, että

— etsitään eri mittauspositioissa rekisteröidyistä kuvista tai vas-
taavista digitaalista hahmontunnistusta käyttäen kuiturainan
samaan paikalliseen alueeseen liittyvää ominaispiir-
rettä/piirteitä (30), ja

— määritetään mainittuun ominaispiirteeseen/piirteisiin (30) eri
mittauspositioissa kuvia tai vastaavia rekisteröitäessä liitetty-
jen aikatietojen perusteella eri mittauspositioiden välisiä kui-
turainan kulkuajaviiveitä.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
kussakin mittauspositiossa (1-N) kuvantavasti rekisteröidyssä infor-
maatiossa etsintä rajoitetaan tietyille peräkkäisiä kuvia tai vastaavia kä-
sittävälle jaksolle (W), joka jakso määritetään mittauspositioiden kes-
kinäiseen etäisyyteen (22) ja kuiturainan nopeustietoon (21) perustu-
van likimääräisen synkronoinnin avulla.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä,
että kussakin mittauspositiossa (1-N) kuvantavasti rekisteröidyssä in-
formaatiossa etsintä rajoitetaan tietyille kuiturainan tuotantoleveyttä ka-
peammalle poikkisuuntaiselle alueelle (ROI).

4. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröityä informaatiota käsitellään digitaalisen kuvankäsittelyn keinoin kuiturainasta ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyvästä liikkuvasta elimestä etsittävän piirteen/piirteiden
5 (30) korostamiseksi hahmontunnistuksen helpottamiseksi.

5. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröityä informaatiota tuotetaan kameroilla, sopivimmin näkyvän aallonpituusalueen kameroilla tai
10 infrapuna-alueella toimivilla lämpökameroilla.

6. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröityä informaatiota tuotetaan spektrierotteluun perustuvilla kuvantavilla mittalaitteilla, esimerkiksi kuvantavilla spektrometreillä.
15

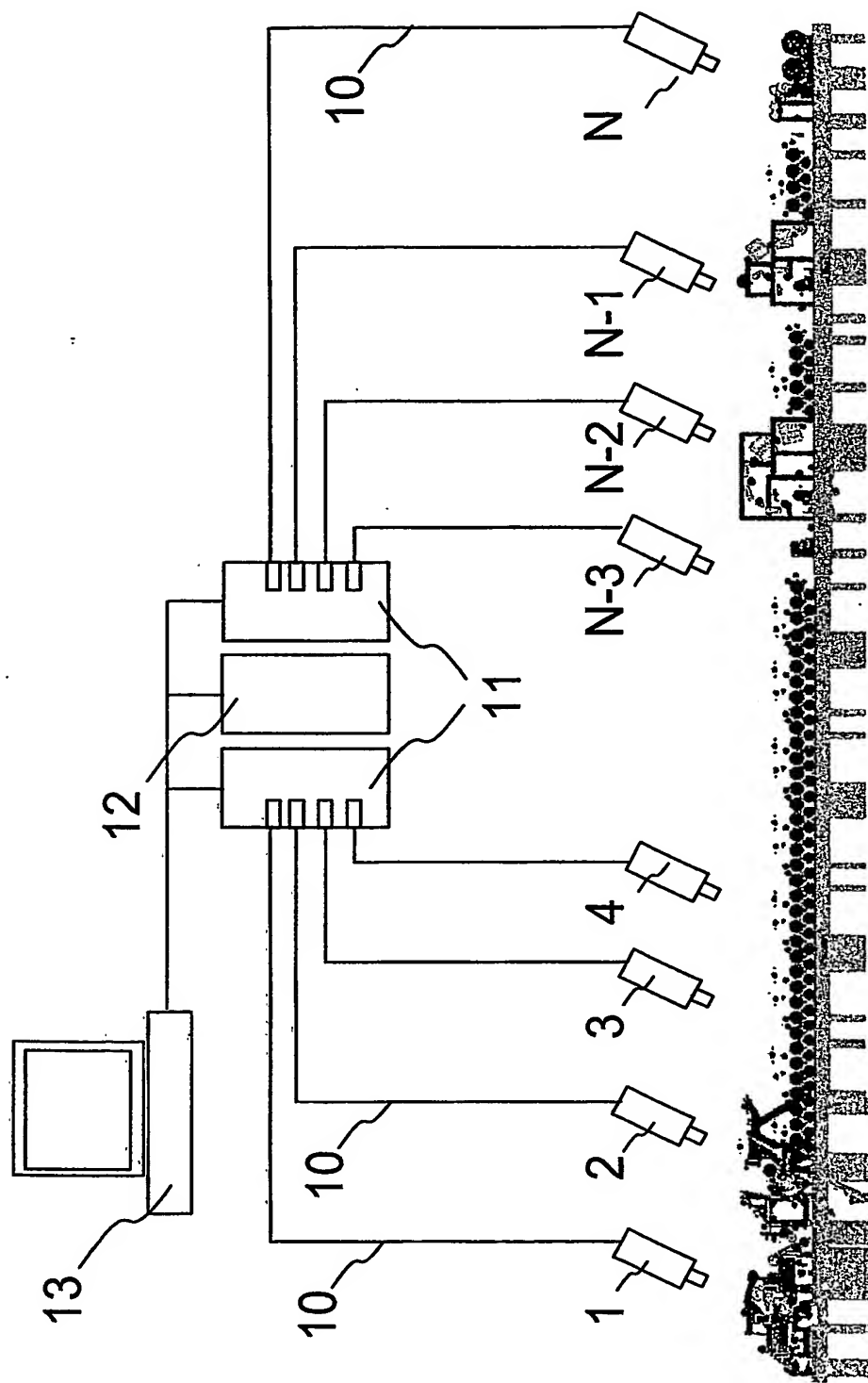
7. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröityä informaatiota tuotetaan olennaisesti kuiturainan koko tuotantoleveydeltä tai vain osalta kuiturainan tuotantoleveyttä.
20

8. Jonkin edellä esitetyn patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kuvantavasti rekisteröidystä informaatiosta etsittävä piirre (30) on kuiturainassa ja/tai kuiturainan käsittelyyn liittyvässä liikkuvassa elimessä, kuten esimerkiksi viirassa, huovassa, telassa, rullassa tai vastaavassa esiintyvä paikallinen reunavika, reikä, repeämä, pinnoitteen virhe, kuiturainan katkotapahtuman yhteydessä kuiturainan valmistus- ja/tai jälkikäsittelylaitteiston läpi kulkeva kuitureunan häntä tai kuiturainaan tai sen käsittelyyn liittyvään liikkuvaan elimeen käyttäjän toimesta merkkamalla aiheutettu paikallisesti erottuva ilmiö.
25
30

(57) Tiivistelmä:

Keksintö kohdistuu menetelmään kuiturainan valmistus- ja/tai jälkikäsitteilyprosessia tarkkailevien kuvantavien mittalaitteiden (1-N) tuottaman informaation synkronoimiseksi kuiturainan konesuuntaisen liikkeen suhteen, jossa menetelmässä havainnoidaan liikkuvaa kuiturainaa ja/tai sen käsittelyyn liittyvää liikkuvaa elintä kone-suunnassa peräkkäisiin mittauspositioihin sijoitetuilla kuvantavilla mittalaitteilla (1-N) ja etsitään eri mittauspositioissa kuvantavasti rekisteröidystä informaatiosta kuiturainan samaan paikalliseen alueeseen liittyviä kuvia tai vastaavia näiden analysointia ja/tai tallennusta varten. Keksinnön mukaisessa menetelmässä etsitään eri mittauspositioissa rekisteröidyistä kuvista tai vastaavista digitaalista hahmontunnistusta käyttäen kuiturainan samaan paikalliseen alueeseen liittyvää ominaispiirrettä/piirteitä (30), ja määritetään mainittuun piirteeseen/piirteisiin (30) eri mittauspositioissa kuvia tai vastaavia rekisteröitäessä liitettyjen aikatietojen perusteella eri mittauspositioiden välisiä kuiturainan kulkuaikavie-
 veitä. Keksintö mahdollistaa tekniikan tasoa merkittävästi tarkemman adaptiivisen ja automaattisen kuvantavasti mitatun informaation synkronoinnin.

Fig. 3



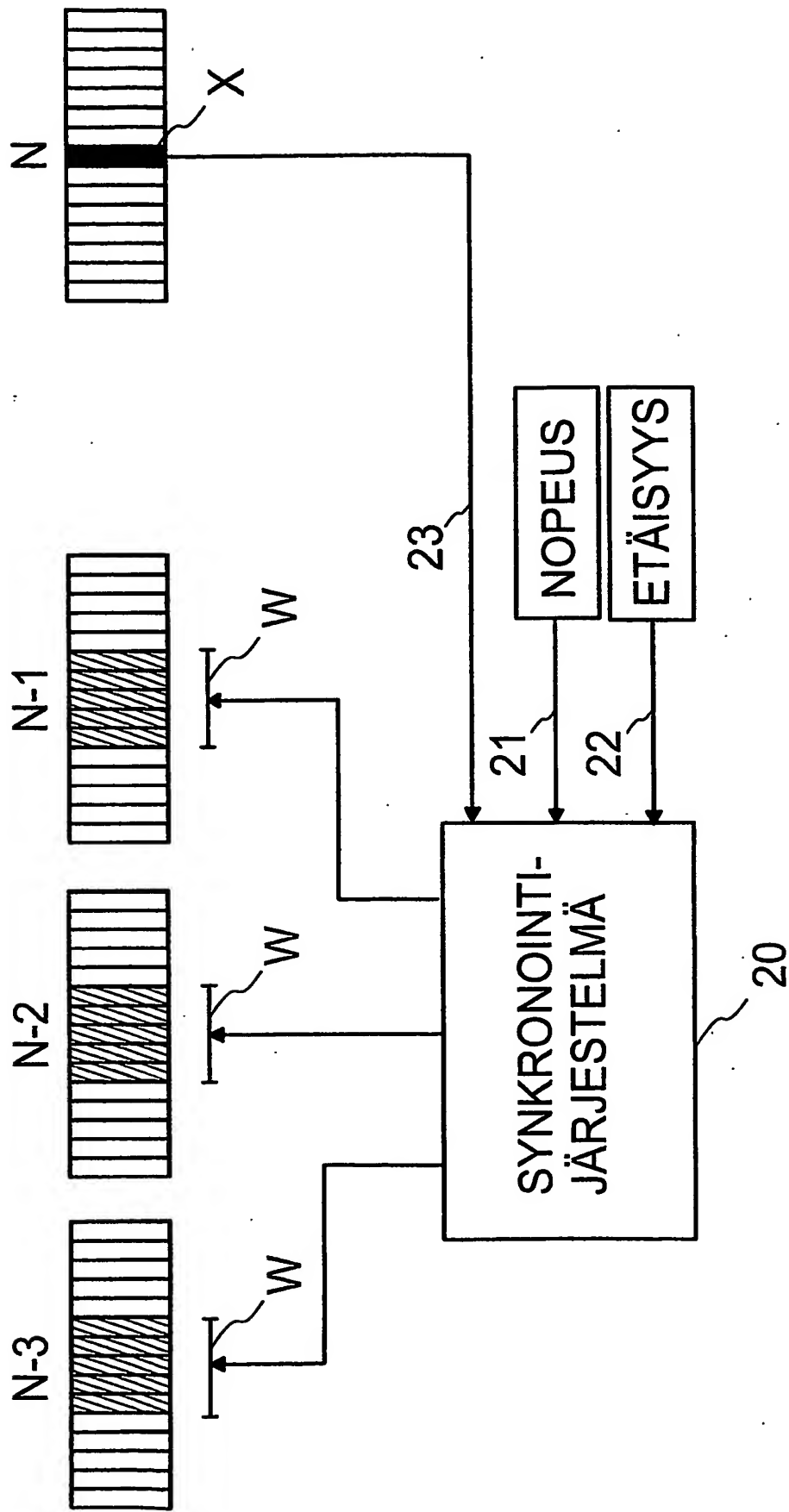
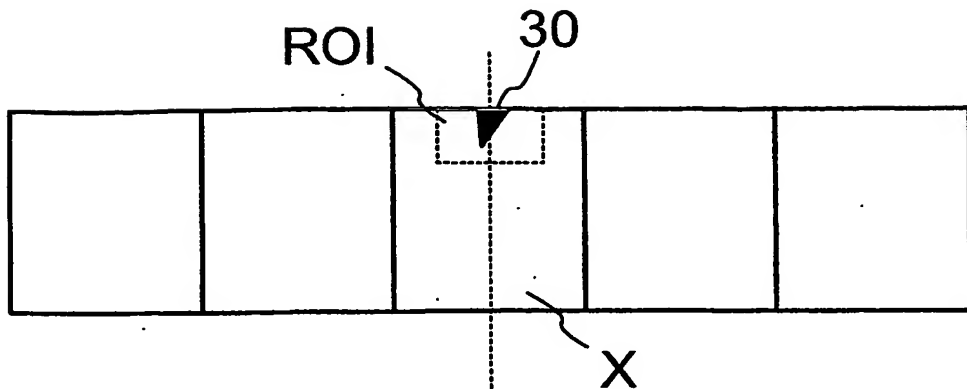
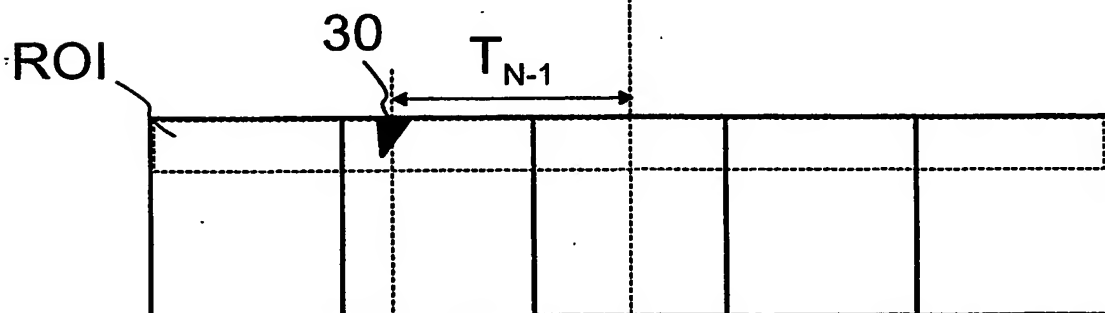


Fig. 2

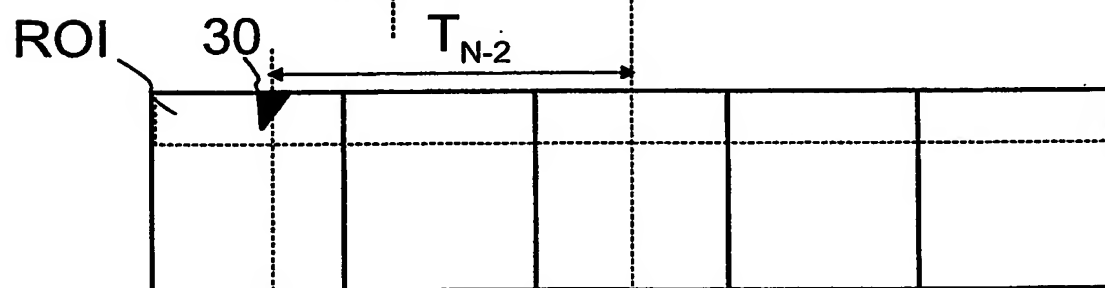
N



N-1



N-2



N-3

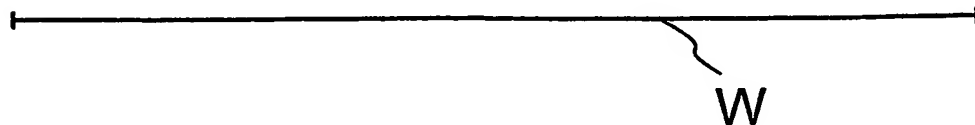
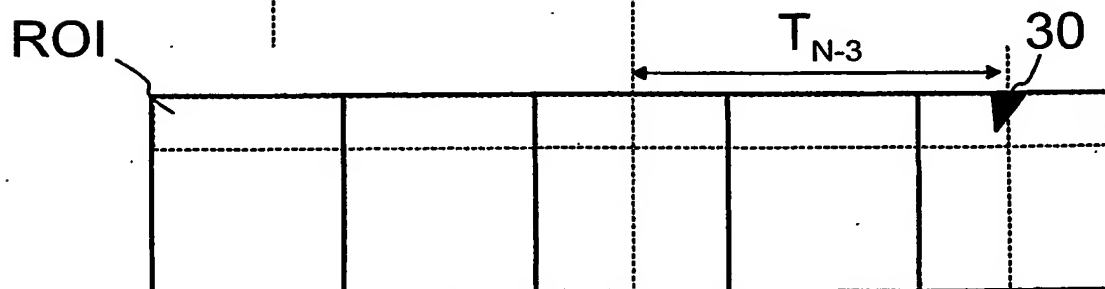


Fig. 3